

ФІЗИЧНІ ПАРАДОКСИ ЯК ЗАСІБ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ

Ольга КУЗЬМЕНКО, Ірина САЛЬНИК

У статті розглядаються різні способи створення проблемних ситуацій на уроках, а також можливості використання фізичних парадоксів в умовах диференціації фізичної освіти.

At the article the different methods of creation of problems situations are examined on lessons, and also possibility of the use of physical paradoxes in the conditions of differentiation of physical education.

Процес навчання в період науково-технічного прогресу вимагає активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів з метою більш глибокого й міцного засвоєння знань та розвитку розумових і творчих здібностей кожного школяра.

З цією метою в практиці навчання фізики все ширше використовується проблемне навчання, в процесі якого учні вчаться самостійно досліджувати фізичні явища, закономірності і на власному досвіді переконуються в матеріальності явищ природи, самостійно встановлюють їхні причинно-наслідкові зв'язки. Таке навчання сприяє розвитку самостійності учнів, дає змогу розвивати мислення, здатність знаходити логічні зв'язки між окремими ланками явищ.

Теоретичною основою проблемного навчання є основні закономірності творчого пізнавального процесу. Тобто, в процесі організації проблемного навчання пізнавальну діяльність учнів прагнуть організувати так, щоб вона відповідала логіці розгортання творчого пізнавального процесу, а саме: створюють проблемну ситуацію, в ході аналізу якої підводять учнів до необхідності вивчення певної проблеми; включають учнів в активний пошук розв'язку проблеми на основі здобутих знань і мобілізації пізнавальних здібностей; у процесі розв'язку проблеми робиться висновок, який несе в собі нові знання про об'єкт, який вивчається.

Проблемне навчання здійснюється в кілька етапів, основними з яких є:

1. Створення проблемної ситуації;
2. Формування проблеми;
3. Встановлення способів розв'язування проблеми – висунення робочих гіпотез;
4. Розв'язування проблеми; підсумки і перевірка розв'язку.

При проблемному навчанні зміст курсу фізики за структурою має бути таким, щоб навчальний матеріал, який треба засвоїти, містив проблеми і проблемні завдання, на розв'язування яких спрямована навчально-пізнавальна діяльність учнів.[3].

Суттєвою рисою проблемного навчання є створення проблемних ситуацій, які є початковим моментом мислення. «Мислити людина починає тоді, коли в неї виникає потреба щось зрозуміти. Мислення завжди починається з проблеми або запитання, з подиву або протиріччя. Ця проблемна ситуація втягує людину в процес мислення; вона завжди прямує до розв'язування якоїсь задачі... Розв'язок задачі є природним завершенням процесу мислення» [2].

Засобом створення проблемної ситуації є проблемне завдання. Воно результативне лише в тому разі, коли відповідає реальному запитанню, яке виникає в учнів у процесі виконання ними того чи іншого пізнавального завдання. Саме запитання, поставлене вчителем, не створює проблемної ситуації. Остання виникає лише тоді, коли учні усвідомлять проблемне завдання. Тобто створення проблемних ситуацій передбачає залучення учнів до такої діяльності, в ході якої вони зустрічаються з фактами, що протирічать їхньому життєвому досвіду, системі знань, яку вони мають.

Проблемне завдання може бути теоретичним або практичним. У різних навчальних ситуаціях воно набуває форми запитання, задачі або практичного завдання. Одну й ту саму проблемну ситуацію можна створити різними типами завдань. Головне, або навіть основне завдання вчителя на таких уроках – вдало добирати матеріал, досліди та спрямовувати мислення учнів.

У методичній літературі пропонуються різні способи висунення проблем і створення проблемних ситуацій на уроках фізики. Аналіз науково-методичної літератури і досвід практичної діяльності дозволяє нам зробити висновок, що одним з таких методів може бути використання фізичних парадоксів, що дає змогу розвивати в учнів логічне мислення та послідовність думки.

Сучасні науки, які використовують логіку як інструмент пізнання, до яких відноситься і фізика, нерідко натрапляють на теоретичні суперечності або на суперечності теорії експерименту. Це буває обумовлено невірною аксіоматизацією теорій, логічними помилками в побудові думок, недосконалістю тих наукових методів, що існують в даний час або недостатньою точністю використовуваних в дослідках приладів та інструментів.

Парадокс (від др.-греч. *παράδοξος* – несподіваний, дивний, від др.-грецького *παρά-δοκέω* – здаюся) – вислів, твердження, судження або висновок, що характеризуються парадоксальністю.

Логічний парадокс – це протиріччя, що має статус логічно коректного висновку і, разом з тим, що є міркуванням, яке приводить до висновків, котрі взаємно виключають одне одного. Логічна помилка парадоксу на відміну від паралогізму і софізму не виявлена поки із-за недосконалості існуючих методів логіки. Розрізняються такі види логічних парадоксів, як апорія і антиномія.

Апорія характеризується наявністю аргументу, що суперечить очевидній, загальноприйнятій думці, здоровому глузду. Антиномія – наявністю двох суперечливих одна одній думок, що однаково доводяться.

Парадоксальність – несподіванка, незвичність, оригінальність, суперечливість собі, початковим даним, загальноприйнятому, традиційному погляду або здоровому глузду за змістом чи формою.

Наявність парадоксу в проблемних ситуаціях стимулює до нових досліджень, глибшого осмислення теорії, її «очевидних» постулатів і нерідко приводить до повного перегляду теоретичних фактів. Отже за допомогою фізичних парадоксів вчитель на уроці може створювати атмосферу зацікавленості і одночасно спонукати до дослідження, перевірки і доведення нових теоретичних фактів, що стимулює розумову діяльність школярів.

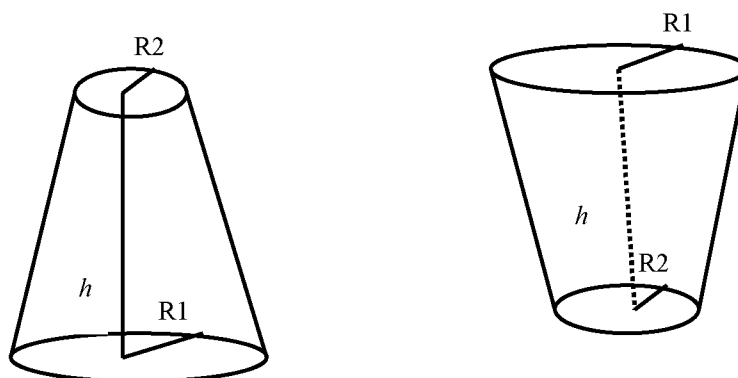
Розглянемо приклади фізичних парадоксів, які можна застосовувати на уроках та при підготовці учнів до олімпіад з фізики.

На рис. 1 зображені дві посудини, що мають форму прямого зрізаного конуса. Маса кожної посудини $m = 400$ г, висота $h = 30$ см, а площі основ $S_1 = 200$ см² і $S_2 = 50$ см². У першій посудини дном є більша основа, а у другій – менша.

Наповнимо обидві ємності до самого верху водою. Оскільки рівні рідини в обох ємностях перебувають на одній висоті, тиски на дно будуть, зрозуміло, однаковими і рівними:

$$p = Dgh = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,3 \text{ м} = 2940 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 2,94 \text{ кПа}.$$

Рис. 1



Розрахуємо тепер модулі сили F_1 і F_2 , з якими вода давить на дно обох ємностей:

$$|\vec{F}_1| = pS_1 = 2,94 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 = 58,8 \text{ Н},$$

$$|\vec{F}_2| = pS_2 = 2,94 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 14,7 \text{ Н}.$$

Оскільки вага \vec{P} кожної ємності за модулем дорівнює $|\vec{P}| = m|\vec{q}| = 0,4 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 3,92 \text{ Н}$, ми повинні зробити висновок, що перша ємність давить на основу із силою, модуль якої $|\vec{R}_1| = |\vec{F}_1| + |\vec{P}| = 58,8 \text{ Н} + 3,92 \text{ Н} \approx 62,7 \text{ Н}$, а друга із силою $|\vec{R}_2| = |\vec{F}_2| + |\vec{P}| = 14,7 \text{ Н} + 3,92 \text{ Н} \approx 18,6 \text{ Н}$, тобто в 3,5 рази меншою.

Таким чином якщо, поставити ємності на ваги, то перша перетягне другу, хоча вони в усьому однакові (крім того, що одна по відношенню до іншої є перевернутою).

Якщо згадати, що об'єм зрізаної піраміди $V = \frac{\pi}{3}(r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)h = \frac{1}{3}(S_1 + \sqrt{S_1 S_2})h = \frac{1}{3}(200 \text{ см}^2 + \sqrt{200 \text{ см}^2 \cdot 50 \text{ см}^2} + 50 \text{ см}^2) \cdot 30 \text{ см} = 3500 \text{ см}^3$,

То для абсолютної величини ваги \vec{P}_0 води в обох ємностях отримаємо:

$|\vec{P}_0| = V D g = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 34,3 \text{ Н}$, а модуль ваги кожної ємності разом з водою рівний

$$|\vec{P}_0| + |\vec{P}| = 34,3 \text{ Н} + 3,92 \text{ Н} \approx 38,2 \text{ Н}.$$

Таким чином, перша ємність тисне на підставку на $62,7 \text{ Н} - 38,2 \text{ Н} = 24,5 \text{ Н}$ більше, ніж потрібно, а друга ємність «недотягує» $38,2 \text{ Н} - 18,6 \text{ Н} = 19,6 \text{ Н}$.

Отримується повна нісенітниця – вага предмета змінюється при повороті його на 180° навколо горизонтальної осі?!

Отримане нами протиріччя в історії фізики отримало назву гідростатичного парадоксу. Хоча його відкриття деякі автори присвоюють французькому фізику Б. Паскалю (1632 – 1662), але гідростатичний парадокс був винайдений і вірно пояснений голландським вченим С. Стевіном (1548 – 1620), відомим своїми працями в галузі математики, механіки та техніки.

Учні за допомогою вчителя аналізують даний парадокс, відповідь якого полягає в наступному: налита в ємність рідина тисне не тільки на дно, але й на стінки, при цьому тиск завжди направлений перпендикулярно до поверхні, на яку він діє. Тому в циліндричній ємності сили тисків \vec{F}_6 на бокові стінки взаємно зрівноважуються, а в конічному дають рівнодійну \vec{Q} , яка направлена вгору або вниз в залежності від того, звужується чи розширюється до поверхні ємність. (рис. 2)

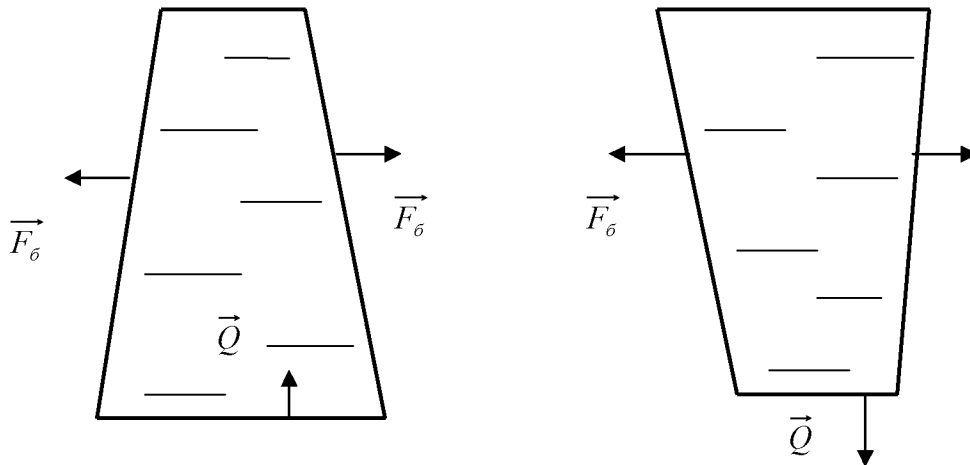


Рис. 2

Якщо визначити і порівняти між собою векторні суми $\vec{R}_1 + \vec{Q}$ і $\vec{R}_2 + \vec{Q}$, то вони відповідно будуть однаковими.

Інший приклад, який можна навести під час вивчення теми про плавання суден у 7 класі. Чи досягають дна затонулі кораблі?

Всі тіла під дією тиску стискаються: сильніше – гази, менше – рідини і більше всього опираються можливості зменшити свій об'єм – тверді тіла.

Чи не можемо зробити звідси висновок, що кораблі, які затонули на глибокому місці не досягають дна, оскільки на більших глибинах вода стиснена так сильно, що її густина перевищує густину металу, з якого виготовлений корпус корабля?

Професор Аронакс, стверджував, що під час свого невільного перебування на підводному човні «Наутилус» йому доводилось спостерігати такі кораблі – привиди, що висять між поверхнею і дном океану. Чи правду казав професор?

Відповідь на питання полягає в наступному: стисливість рідин дуже мала – для води зменшення об'єму складає приблизно 0,00005 від початкового значення на кожному атмосфері прикладеного тиску.

Неважко підрахувати, що густина води зрівняється з густиною сталі при тискові приблизно 50 000 ат. Такі тиски існували б на глибині 500 км. Якщо врахувати стисливість заліза, то потрібна була б ще більша глибина. Між тим найбільш глибоке місце в океані всього 11 км.

У фізичній науці відома велика кількість парадоксів, які можна використовувати під час проблемного навчання та на факультативних заняттях упродовж вивчення всього шкільного курсу: парадокс Браеса: пристрій, що додає потужність мережі, може зменшити загальну продуктивність; парадокс Керрола: момент інерції палички повинен бути рівний нулю, але він не рівний; парадокс Денні: членистоногі, що живуть на поверхні води, згідно розрахункам, не можуть рухатися по поверхні, що суперечить природі; фотометричний парадокс: чому небо вночі чорне, хоча на ньому є безліч зірок; парадокс близнюків: коли близнюк-мандрівник повернувся, він став молодший чи старший, ніж його брат, який залишався на Землі та інші.

Застосування фізичних парадоксів робить навчання більш цікавим, сприяє формуванню мислення, активізує пізнавально-пошукову діяльність учнів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. В. Н. Ланге Физические парадоксы и софизмы. –М.: Просвещение, 1982.– 175 с.
2. Нетребко Н. В. Проблеми впровадження інтегрального курсу з природничих дисциплін у середню школу: Нові технології навчання: Наук. – метод. зб. – Вип. 18. – К.: ІЗМН, 1996. – С. .
3. Закота Л. А., Ляшенко А. И. Проблемное обучение физике: Пособие для учителей. – К.: Рад. шк. ., 1985. – 96 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Кузьменко Ольга Степанівна – магістрант фізико-математичного факультету КДПУ ім. В.Винниченка.

Сальник Ірина Володимирівна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В.Винниченка.

Наукові інтереси: сучасні проблеми методики навчання фізики.